

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

AB

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-329845

(43) 公開日 平成4年(1992)11月18日

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 2 C 29/08		7217-4K		
H 0 1 L 23/15		7352-4M	H 0 1 L 23/14	C

審査請求 有 請求項の数4(全 7 頁)

(21) 出願番号	特願平3-104862	(71) 出願人	591095959 ベシネ・ルシエルシユ、グループマン・ダ ンテレ・エコノミック・レジ・パール・ロ ルドナンス・ドユ・23・セプタンブル・ 1967 フランス国、92400・クールブボワ、ラ・ デファンス・5、プラス・デ・ボージュ、 10、イムーブル・パルザック
(22) 出願日	平成3年(1991)4月10日	(72) 発明者	サラム・デルマルカール フランス国、38430・サン・ジャン・ド ウ・モワラン、ラ・コマンドウリ (番地な し)
		(74) 代理人	弁理士 川口 義雄 (外2名) 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 受動電子部品材料

(57) 【要約】 (修正有)

【目的】 本発明は、高い熱伝導率と、低い密度と、低い熱膨張率とを有する新しい受動電子部品材料を提供する。

【構成】 本発明の材料は、純アルミニウム、純マグネシウム、アルミニウム合金及びマグネシウム合金のうちのいずれかである金属と、炭化ケイ素、黒鉛、及びこれらの変形物質のうちのいずれかであるセラミックとから成る、等方性の物理特性を有する複合材料であることを特徴とし、その際金属及びセラミックの構造及び相対比率は特定的に選択される。本発明の材料は、特に電子工学の分野において構成超小型パワー回路の放熱部、支持部、放熱板及びパッケージ7の製造に適用される。

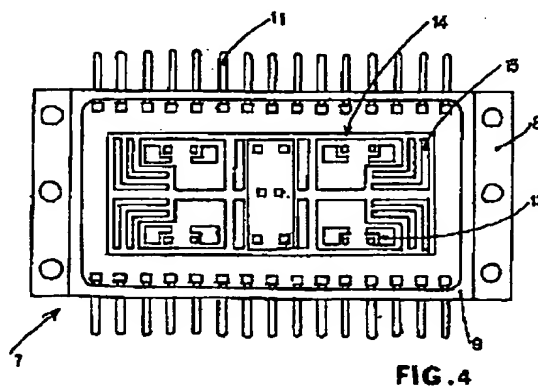


FIG. 4

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 受動電子部品の製造材料であって、 $13 \times 10^{-6}/K$ 以下の熱膨張率と $3100 \text{ kg}/\text{m}^3$ 以下の密度とを有し、その構造は等方性の物理特性を実現し、アルミニウムとその合金及びマグネシウムとその合金の中から選択された金属と、緑色炭化ケイ素粒子または多粒子状黒鉛であるセラミックとによって構成されており、セラミックは50～90体積%の比率で用いられている受動電子部品材料。

【請求項2】 $7 \times 10^{-6}/K \sim 13 \times 10^{-6}/K$ の熱膨張率と、 $150 \text{ W}/\text{m}/K$ 以上の熱伝導率と、 120 GPa 以上のヤング率とを有し、緑色炭化ケイ素粒子が50～75体積%の比率で用いられていることを特徴とする請求項1に記載の材料。

【請求項3】 $4 \times 10^{-6}/K \sim 10 \times 10^{-6}/K$ の熱膨張率と、 $2300 \text{ kg}/\text{m}^3$ 以下の密度と、 $100 \text{ W}/\text{m}/K$ 以上の熱伝導率と、 50 GPa 以下のヤング率とを有し、多粒子状黒鉛が65～85体積%の比率で用いられていることを特徴とする請求項1に記載の材料。

【請求項4】 金属がアルミニウム合金A356またはA357であることを特徴とする請求項1に記載の材料。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、高い熱伝導率と、低い密度と、低い熱膨張率とを有する受動電子部品材料に係わる。

【0002】 本明細書中で“受動電子部品”という語は、電子装置の構成要素であって電子的活動に直接関与しないものを意味する。本発明は特に、パワー回路の放熱部、支持部及び磁極片、レーザダイオードの支持部、混成超小型パワー回路及びマイクロ波回路の放熱板及びパッケージといった構造体の製造材料に係わる。本明細中に用いた“電子（工学）”という語はオプトエレクトロニクスの分野も包含する。

【0003】

【従来の技術】 受動電子部品において上記のような材料は通常、アルミナなどの絶縁体セラミックやシリコンまたはガリウムヒ素といった半導体から成る基板と結合されることが知られている。

【0004】 受動電子部品がパワー素子を含む場合、パワー素子動作時に大量の熱が発せられる。この熱は、過剰な加熱による受動電子部品の損傷を回避するべく可能なかぎり迅速に発散されなければならない。従って、可能なかぎり高い熱伝導率を有する材料が受動電子部品材料として用いられる。

【0005】 とはいえ温度上昇は不可避であり、受動電子部品材料の熱膨張率が基板材料である絶縁体セラミックや半導体の熱膨張率とあまりに異なると、基板中に生じる応力が基板材料にとって耐えがたい大きさとなる。

2

その結果基板材料は破断し、ユニット全体の効率が低下する。

【0006】 即ち、受動電子部品材料はアルミナやシリコンの熱膨張率と適合し得る熱膨張率を有することも必要であり、この熱膨張率は好ましくは温度30～400℃で $16 \times 10^{-6}/K$ 以下である。

【0007】 上記回路はエネルギー源によって駆動される乗物に用いられ得ることから、乗物の推進に必要なエネルギー消費を最小限とすべく可能なかぎり低く、好ましくは $3100 \text{ kg}/\text{m}^3$ 以下である密度を有する受動電子部品材料が求められる。

【0008】 また、上記回路はその周囲の環境の影響を受けるので、受動電子部品材料は適当な非磁性と優れた環境抵抗性とを有するべきである。

【0009】 これらの特性の総てを折衷して具えた材料を見いだすための研究が盛んに行なわれ、多少とも興味深い成果が得られた。

【0010】 即ち、銅、ベリリウム、及び或る種のアルミニウム合金といった材料が熱伝導率が優れているというので試されたが、これらの材料は弾性率及び熱膨張率が比較的高いので、アルミナの熱膨張率との相違を調整する目地または接着剤が用いられなければならない、このことはユニット全体の熱伝導率を低下させる。

【0011】 そこで、コーバル（鉄-ニッケル-コバルト合金）や、モリブデンや、銅/アンバー/銅型の多層金属材料、及びチタンとその合金など、熱膨張率の低い材料が研究対象とされた。しかし、これらの材料はモリブデン以外は総て、特に基板の面に対して垂直な方向での熱伝導率が低いという欠点を有する。また、いずれの低熱膨張率材料も密度が高く、最も低いチタンの密度で約 $4500 \text{ kg}/\text{m}^3$ に達する。更に、モリブデンは高価であり、かつ酸化しやすいので用にくく、またコーバルは内部応力によって振れるので機械加工に手際を要し、コーバルを正確に加工しようとすると多くの焼なまし工程が必要となる。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】 上述のような研究成果から、本出願人は、従来用いられてきた材料には欠陥が存在することに気付いた。そこで本出願人は、有利な諸特性を折衷して具えた新規な材料、即ち400℃までの温度変化でアルミナのようなセラミック、シリコンまたはガリウムヒ素の熱膨張率と適合し得る低い熱膨張率を有し、熱伝導率は可能なかぎり高く、密度は可能なかぎり低く、環境に対して抵抗性であり、耐食性に優れ、適当に機械加工され得、ニッケル、銀または金めっきに適し、溶接に適し、非磁性である材料の開発に努めた。

【0013】

【課題を解決するための手段】 その結果、等方性の受動電子部品材料、即ちあらゆる方向において30～250℃での平均熱膨張率が $2 \times 10^{-6}/K \sim 13 \times 10^{-6}/K$

3

Kであり、密度は 3100 kg/m^3 以下であり、熱伝導率は 100 W/m/K 以上である受動電子部品材料を開発した。この材料は複合構造を有し、アルミニウムとその合金及びマグネシウムとその合金の中から選択された金属と、緑色炭化ケイ素粒子または多粒子状黒鉛であるセラミックとによって構成されており、その際セラミックは50～90体積%の比率で用いられている。

【0014】非常に高い、即ち 150 W/m/K 以上の熱伝導率と、 $7 \times 10^{-6}/\text{K} \sim 13 \times 10^{-6}/\text{K}$ の熱膨張率と、 120 GPa 以上のヤング率とを有する材料を得るためには、体積比率50～75%の緑色炭化ケイ素粒子を用いることが好ましい。

【0015】 100 W/m/K 以上の熱伝導率を維持しつつ $4 \times 10^{-6}/\text{K} \sim 10 \times 10^{-6}/\text{K}$ のより低い熱膨張率と、 2300 kg/m^3 以下のより低い密度と、 50 GPa 以下のヤング率とが達成されなければならない場合は、多粒子状黒鉛が65～90体積%の比率で用いられるべきである。

【0016】このように、本発明の材料は、サンドイッチ状に配置された1種以上の金属から成るのではなく、等方性の物理特性を実現する構造を有する金属-セラミック多相混合物から成る点で従来の材料に異なる。

【0017】金属は、純アルミニウム、アルミニウム合金、純マグネシウムまたはマグネシウム合金であり得る。これらの金属は実際上、優れた熱伝導率と、低い密度と、低い融点とを併せ持つ。

【0018】合金は、その熱伝導率が添加元素の特性及び量次第で低下し、しかも添加元素が固溶状態で存在すると析出物の形態で存在する場合より甚だしく低下することを考慮して選択される。

【0019】アルミニウム合金の場合、添加元素を僅かにしか含有しないものが用いられる。亜鉛、銅、マグネシウム、鉄及びニッケルは少量なら許容され得るが、マ*

4

ンガン、チタン、バナジウム及びリチウムの使用は回避されなければならない。

【0020】好ましくは、Aluminium Association規格の1000、5000及び6000シリーズの合金並びに鋳物合金が用いられる。鋳物合金であればA356、A357及びA413、2のような、シリコンを7、10及び13%含有する合金が、またAluminium Association規格合金であれば6000シリーズの合金6061及び6101が特に好ましい。

【0021】本発明による材料は、等軸粒子の形態、または多孔質の多粒子体(polygranular bodies)もしくはpolygranular piles)の形態のセラミック成分も含有する。

【0022】あらゆるセラミックが同様に有効なわけではなく、低い熱膨張率と、高い熱伝導率と、低い密度とを有するセラミックが用いられることが好ましい。

【0023】特に好ましくは、諸特性を有利に折衷して有する炭化ケイ素や多粒子状黒鉛が用いられる。

【0024】炭化ケイ素(SiC)粒子が用いられる場合、その粒径は0.5～400ミクロン、好ましくは3～50ミクロンである。

【0025】得られる複合材料が高い熱伝導率を有するべきである場合、SiC粒子は必ずきわめて純粋であつて、99質量%以上のSiCを含有しなければならない。この種のSiCを普通“緑色SiC”と呼称する。

“Gmelin Handbook of Inorganic Chemistry,” 8th edition, Supplement Vol. B3, p. 60, ed. Springer Verlag, 1986によれば、緑色SiCの組成は次のとおりである。

【0026】

重量%

SiC	99.00～99.4
遊離C	0.05～0.10
SiO ₂	0.40～0.60
Fe ₂ O ₃	0.10～0.20
Al ₂ O ₃	0.05～0.10

これに比較して、従来の技術で通常用いられている“黒

色SiC”の組成は次のとおりである。

※

重量%

SiC	98.75～99.2
遊離C	0.10～0.15
SiO ₂	0.50～0.70
Fe ₂ O ₃	0.10～0.20
Al ₂ O ₃	0.25～0.35

黒鉛の場合は、個々の粒子の粒径が20ミクロン以下である多孔質多粒子体状のものが用いられる。黒鉛粒子は等軸形状を有し、黒鉛多粒子体は、生産される複合材料

の等方性が維持されるようにいかなる特定の方向性も持たない。そのために、特に黒鉛繊維が一切排除される。

【0028】セラミックは多孔質プレフォームとして公

5

知である様々な形態で用いられ得、特に炭化ケイ素の場合は凝集粒子の形態で、また黒鉛の場合は多粒子体の形態で用いられ得る。

【0029】本発明にはセラミックの多孔質プレフォームを、セラミック相の体積分率が50%以上90%以下となるように用いた。実際のところ、上記体積分率が50%以下であると複合材料の熱膨張率が高くなりすぎて $13 \times 10^{-6}/K$ 以上となり、一方90%以上であると生産上技術的な問題が出来る。

【0030】プレフォームに液体金属を、加圧及び/または予熱を含み得る当業者に公知の方法で浸透させる(例えばA. G. KELLY and G. I. DAVIES, Metallurgical Reviews, 1965, Vol. 10, No. 37参照)が、他の任意の公知浸透法または鋳造法を用いることも可能である(例えば米国特許第4376804号並びにヨーロッパ特許第0105890号及び同第045510号参照)。

【0031】金属成分が6000シリーズ合金か、合金A356またはA357か、構造的焼入れが起こり得る任意合金である場合、鋳造後の材料に、その機械特性を改善するべく焼なましまたは焼戻しのような熱処理が施される。

【0032】このようにして得られる複合材料は付加的な機械加工及び表面処理(ニッケル、銀または金めっき)を必要とし得、それらの工程は当業者には公知である。

【0033】

【作用】本発明の材料は、該材料及び関係付けられる能動及び/または受動電子部品に結合機能(支持部の場合)、結合及び放熱機能(放熱板の場合)、結合、放熱及び接続機能(パッケージの場合)、あるいはまた結合、放熱、接続、及び環境の影響からの保護機能(密閉型パッケージの場合)を付与する。

【0034】密閉型パッケージが必要とされる特定の事例では、まずパッケージ本体が形成され、その内部に半導体素子や絶縁体及び能動回路を配置してからこの本体はカバーで蓋され、カバーはレーザはんだ溶接で固定される。

【0035】最後に、放熱板または支持部のような構造物は適宜ワニスまたは樹脂によって保護され得る。

【0036】

【実施例】本発明は、添付図面を参照することによってより良く理解されよう。

【0037】図1に、本発明による材料から成る放熱板1を示す。放熱板1上にはアルミナ層によって構成された絶縁体2が位置し、このアルミナ2上に、入力/出力

6

接続端子4によって周囲の部品と接続される能動回路3が配置されている。

【0038】図2は、図1に示した放熱板1及び絶縁体2を具備した能動回路3の上面図である。能動回路3はサイリスタ5と、導電トラック6と、トラック6の接続端子4とによって構成されている。

【0039】図3には、本発明による材料から成るパッケージ7を示す。パッケージ7の本体はベース8と、ベース8上に位置するフレーム9とによって構成されている。フレーム9は孔10を具え、この孔10を能動回路のための接続端子11が貫通する。フレーム9上部の内側に、カバー12が取り付けられている。

【0040】図4は、ベース8、フレーム9及び接続端子11を有するパッケージ7の内部を示す上面図である。ベース8上に絶縁体13が位置し、絶縁体13上に導電トラック15を含む能動回路14が配置されている。接続端子11と能動回路14との接続は図示しない。

【0041】上述のような集合体の相互接続部分が熱サイクル下でも安定した外形寸法と一体性を維持することが保証されるには、複合材料があらゆる方向において同じ熱膨張率を有することが重要である。従って、等方性の複合材料のみを本発明の範囲内とした。

【0042】本発明を、以下の実施例によって詳述する。

【0043】実施例1

合金AA1050またはA357である金属と、大量の格子不純物を含有する純度99%以下の黒色SiCか、または僅かな格子不純物しか含有しない純度99%以上の緑色SiCである粒状セラミックとから成る複合材料を、次の方法で製造する。凝集するようにコロイドシリカを含有させた、平均粒径44.5ミクロンのSiC粒子の懸濁液を濃縮することによって直径120mmのプレフォームを得る。プレフォームを、SiC粒子含量が55体積%、シリカ含量が9.5体積%となるように乾燥する。乾燥したプレフォームに、ロストワックス鋳造法で液体金属を浸透させる。固化させ、型抜きして得られる複合材料は、理論値に対応する値 2975 kg/m^3 の密度を有する。平均熱膨張率は $30 \sim 250^\circ\text{C}$ で $10.5 \times 10^{-6}/K$ である。この熱膨張率はあらゆる方向において同じである。ヤング率は125GPa、曲げ強さは307MPaである。電気抵抗率は $11 \mu\Omega\text{cm}$ である。この複合材料の熱伝導率は、フラッシュ法で熱拡散率及び単位体積当たりの熱を測定することにより算出される。得られた実験値(単位は $\text{W/m}^2\text{K}$)を、SiC粒子及び合金の種類と共に次の表1に示す。

【0044】

表 1

熱伝導率($\text{W/m}^2\text{K}$)	
黒色SiC	緑色SiC

7

合金AA1050

合金A357

122

113

8

170

171

複合材料の熱伝導率には合金の選択よりS i C粒子の純度の方がはるかに大きく影響することが知見される。従って、150W/m/K以上の熱伝導率を達成するためには、格子不純物含量が制御され、S i C含量が99質量%以上であるS i C粒子（緑色S i C）を選択しなければならない。

【0045】実施例2

合金AA1090と、2600℃で黒鉛化されたP. A. N.（ポリアクリロニトリル）由来の炭素繊維18体積%とを含有し、密度が約2500kg/m³であり、繊維平面に垂直な軸方向での熱伝導率が164W/m/Kであり、繊維平面内で測定される接線方向熱膨張率が30℃で約19×10⁻⁶/K、30～250℃で約6.4×10⁻⁶/K、30～400℃で約3×10⁻⁶/Kである複合材料を製造する。この複合材料の、繊維平面に垂直な軸方向で測定される熱膨張率は30～250℃で55.5×10⁻⁶/Kである。

【0046】この実施例は、繊維状のセラミック相を用いることは複合材料の熱膨張率を甚だしく異方性とするので好ましくないことを示している。

*【0047】この例で、繊維平面に垂直な軸方向での熱膨張率は繊維平面内での熱膨張率のほぼ10倍にも達する。

【0048】実施例3

多粒子状黒鉛（Carbone Lorraineの参照番号S2457）と、様々な金属とを含有する複合材料を製造する。用いる金属は、純度99.7%以上のアルミニウム（AA1070）、マグネシウム5%含有のアルミニウム合金（AG5）、ニッケル5%含有のアルミニウム合金（AN5）、シリコン7%及びマグネシウム0.6%含有のアルミニウム合金（A357）、並びに亜鉛5%及び希土類金属約1%含有のマグネシウム合金（RZ5）である。

【0049】得られる複合材料を固化させ、型抜きしてから該材料の熱膨張率、熱伝導率、密度、場合によっては更に弾性率、剛性率及び電気抵抗率の諸特性を測定する。得られる特性値は総て等方性である。

【0050】上記測定の結果を表2に示す。

【0051】

表 2

30～250℃での 熱伝導率 密度 ヤング率 曲げ強さ 電気抵抗率
熱膨張率

母材	$\times 10^{-6}/K$	W/m/K	kg/m ³	GPa	MPa	$\mu \Omega cm$
AA1070	6.0	133	2200	20	58	125
A357	7.4	142	2200	23	128	150
AG5	7.9	124	2200	—	—	—
AN5	5.3	124	2200	—	—	—
RZ5	6.5	128	1700	—	—	—

複合材料のアルミニウム及びマグネシウム含量が合金組成に基づき様々となることによって、諸特性同士の兼ね合いも様々となる。非常に高い熱伝導率を維持しつつアルミナやガリウムヒ素の熱膨張率にきわめて近似する熱膨張率を達成し得ることが特に留意される。

【0052】実施例4

密度の異なる様々な多粒子状黒鉛（Carbone Lorraineの参照番号S2512、S2457及びS2545）と純度99.7%以上のアルミニウムとを

含有する複合材料を製造する。複合材料中の黒鉛の比率は50～90体積%とする。

【0053】含浸及び型抜き後に得られる複合材料の熱膨張率、熱伝導率、密度、場合によっては更に弾性率、剛性率及び電気抵抗率を測定する。得られる特性値は総て等方性である。

【0054】測定結果を表3に示す。

【0055】

表 3

黒鉛 含量	黒鉛 参照 番号	30～250℃で の熱膨張率	熱伝導率	密度	ヤング 率	曲げ強さ	電気抵抗 率
体積%		$\times 10^{-6}/K$	W/m/K	kg/m ³	GPa	MPa	$\mu \Omega cm$
82	S2512	2.9	113	2200	18	72	—
69	S2457	6.0	133	2200	20	58	125
59	S2545	10.0	129	2300	25	32	25

黒鉛の種類が異なれば、諸特性同士の兼ね合いも様々となる。黒鉛S2512を用いると、例えばシリコンや窒化アルミニウムの熱膨張率に等価の熱膨張率が達成されることが特に知見される。

【0056】実施例1～4に説明した本発明による複合材料とこれらの材料から成る構造体はいずれも、あらゆ

る方向において30～250℃での平均熱膨張率が $13 \times 10^{-6}/K$ 以下 $2 \times 10^{-6}/K$ 以上であり、また熱伝導率は100W/m/K以上である。

【0057】これらの特性を表4に示す。

【0058】

表 4
等方性の物理特性を有する材料

複合材料	30～250℃での熱膨張率	熱伝導率
	$\times 10^{-6}/K$	W/m/K
緑色SiC粒子/AA1050	10.5	170
多粒子状黒鉛S2457/AG5	7.9	124
多粒子状黒鉛S2457/A357	7.4	142
多粒子状黒鉛S2457/RZ5	6.5	128
多粒子状黒鉛S2457/AA1070	6	133
多粒子状黒鉛S2457/AN5	5.3	124
多粒子状黒鉛S2512/AA1070	2.9	113

【図面の簡単な説明】

【図1】パワー回路用の放熱板の形態の構造体を含む電子部品の側面図である。

【図2】図1の部品の上面図である。

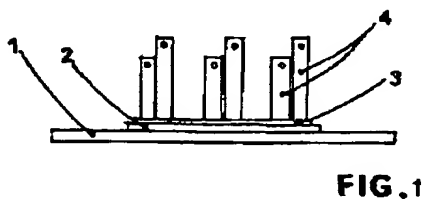
【図3】接続端子及びカバーを具備したパッケージの形態の構造体を含む電子部品の側面図である。

【図4】パッケージからカバーを外したところを示す図3の部品の上面図である。

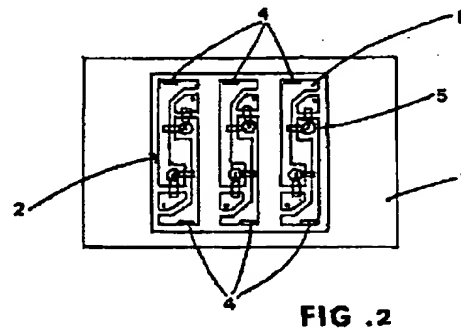
【符号の説明】

- 7 パッケージ
8 ベース
9 フレーム
11 接続端子
13 絶縁体
14 能動回路
15 導電トラック

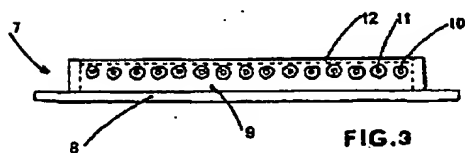
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

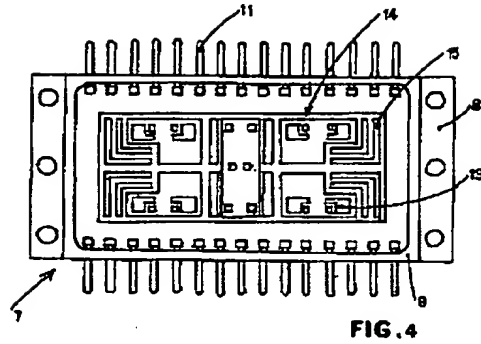


FIG. 4

フロントページの続き

(72)発明者 グザビエ・デュマン
 カナダ国、アツシユ・3・エール・3・ウ
 ー・5・ケベック、モントリオール、リ
 ュ・ドウ・シヤンボワ・7330

(72)発明者 ミツシエル・ルバイイ
 フランス国、84500・ボレーヌ、レ・シヤ
 ラゴン、シユマン・ジー・エム・カルピエ
 (番地なし)